

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08236533
PUBLICATION DATE : 13-09-96

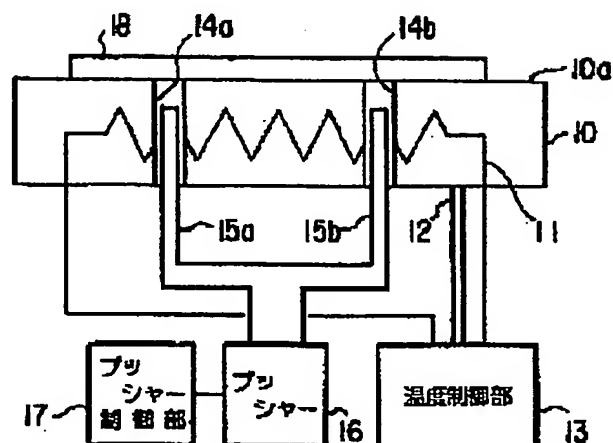
APPLICATION DATE : 24-02-95
APPLICATION NUMBER : 07036734

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : YAMAZAKI OSAMU;

INT.CL. : H01L 21/324 H01L 21/205 H01L 21/22

TITLE : WAFER HEATING/COOLING DEVICE



ABSTRACT : **PURPOSE:** To cause the temperature of a semiconductor wafer to reach a target temperature in a short time and thereafter, to maintain the temperature of the wafer at this target temperature.

CONSTITUTION: A temperature plate 10 for heating or cooling a semiconductor wafer 18 and semiconductor wafer support mechanisms 15a, 15b and 16, which make the relative interval (d) between the surface of this wafer 18 and the surface of the plate 10 freely variable to support the wafer 18, are provided and in a state that the surface of the wafer 18 has a prescribed interval d_s between the wafer surface and the plate surface, the temperature of the plate 10 is controlled 13 at a prescribed temperature T_p for making the temperature of the wafer 18 maintain at a target temperature. Moreover, the surface of the wafer 18 is brought into contact with the surface of the plate to an elapse of a prescribed time t_s when the wafer reaches from the time of carrying-in of the wafer 18 to roughly the target temperature T_0 and after an elapse of this prescribed time, the interval between the wafer surface and the plate surface is changed 17 into the interval d_s .

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

特許庁 特許公報

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-236533

(43) 公開日 平成8年(1996)9月13日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/324			H 0 1 L 21/324	D
21/205			21/205	
21/22	5 1 1		21/22	5 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-36734

(22) 出願日 平成7年(1995)2月24日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 山崎 修

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

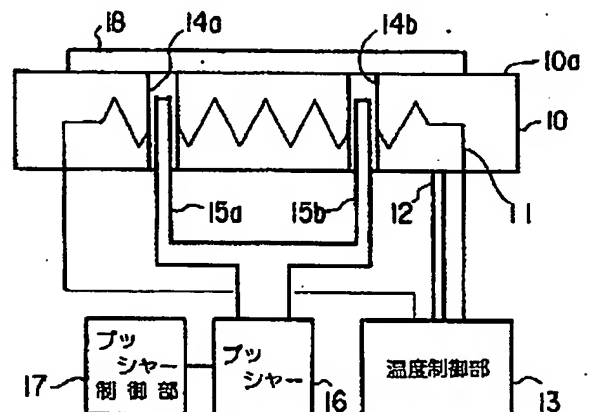
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 ウエハ加熱冷却装置

(57) 【要約】

【目的】 半導体ウエハ18の温度を短時間で目標温度T₀に移行させ、その後この目標温度T₀に維持する。

【構成】 半導体ウエハ18を加熱又は冷却する温度プレート10と、半導体ウエハ18をこの半導体ウエハ表面と温度プレート10表面との相対的間隔dを可変自在にして支持する半導体ウエハ支持機構(15a, 15b, 16)とを設け、半導体ウエハ表面が温度プレート表面と規定間隔d₀を有した状態で、半導体ウエハ18の温度が目標温度を維持するための規定温度T₁に温度プレート10の温度を制御する(13)。また、半導体ウエハ18の搬入時刻から半導体ウエハがほぼ目標温度T₀に達する規定時間t₁経過まで半導体ウエハ表面を温度プレート表面に接触させ、この規定時間経過後に半導体ウエハ表面と温度プレート表面との間隔を規定間隔d₀に変更する(17)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 搬入された半導体ウエハの温度をこの半導体ウエハ表面に対向する温度プレートで加熱又は冷却して目標温度に制御するウエハ加熱冷却装置において、前記半導体ウエハをこの半導体ウエハ表面と前記温度プレート表面との相対的間隔を可変自在にして支持する半導体ウエハ支持機構と、前記半導体ウエハ表面が前記温度プレート表面と規定間隔を有した状態で、前記半導体ウエハの温度が前記目標温度を維持するための規定温度に前記温度プレートの温度を制御する温度制御部と、前記半導体ウエハの搬入時刻から前記半導体ウエハがほぼ前記目標温度に達する規定時間の経過まで前記半導体ウエハ表面を前記温度プレート表面に接触させ、この規定時間の経過後に前記半導体ウエハ表面と温度プレート表面との間隔を前記規定間隔に相対的に変更する半導体ウエハ支持機構制御部とを備えたことを特徴とするウエハ加熱冷却装置。

【請求項2】 搬入された半導体ウエハの温度をこの半導体ウエハ表面に対向する温度プレートで加熱又は冷却して目標温度に制御するウエハ加熱冷却装置において、前記半導体ウエハをこの半導体ウエハ表面と前記温度プレート表面との相対的間隔を可変自在にして支持する半導体ウエハ支持機構と、前記半導体ウエハの温度を検出する温度検出手段と、前記半導体ウエハ表面が前記温度プレート表面に接触した状態で、前記間隔が規定間隔を有したと仮定して前記半導体ウエハの温度が前記目標温度を維持するための規定温度に前記温度プレートの温度を制御し、かつ前記半導体ウエハ表面が実際に前記温度プレート表面と前記規定間隔を有した状態で、前記温度プレートの温度を可変制御して、前記温度検出手段にて検出された温度を前記目標温度に維持させる温度制御部と、前記半導体ウエハの搬入時刻から前記半導体ウエハがほぼ前記目標温度に達する規定時間の経過まで前記半導体ウエハ表面を前記温度プレート表面に接触させ、この規定時間の経過後に前記半導体ウエハ表面と温度プレート表面との間隔を前記規定間隔に相対的に変更する半導体ウエハ支持機構制御部とを備えたことを特徴とするウエハ加熱冷却装置。

【請求項3】 搬入された半導体ウエハの温度をこの半導体ウエハ表面に対向する温度プレートで加熱又は冷却して目標温度に制御するウエハ加熱冷却装置において、前記半導体ウエハをこの半導体ウエハ表面と前記温度プレート表面との相対的間隔を可変自在にして支持する半導体ウエハ支持機構と、前記半導体ウエハ表面が前記温度プレート表面と規定間隔を有した状態で、前記半導体ウエハの温度が前記目標温度を維持するための規定温度に前記温度プレートの温度を制御する温度制御部と、

前記半導体ウエハの温度を検出する温度検出手段と、

前記半導体ウエハの搬入時刻から前記半導体ウエハがほぼ前記目標温度に達する規定時間の経過まで前記半導体ウエハ表面を前記温度プレート表面に接触させ、この規定時間の経過後に前記温度検出手段にて検出された温度が前記目標温度を維持するように前記間隔を相対的に可変制御する半導体ウエハ支持機構制御部とを備えたことを特徴とするウエハ加熱冷却装置。

【請求項4】 前記半導体ウエハ支持機構は前記半導体ウエハに当接してこの半導体ウエハを付勢するプッシャーピンを有し、前記温度検出手段は前記プッシャーピンに内蔵されていることを特徴とする請求項2又は3記載のウエハ加熱冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体製造装置内に組込まれ、半導体ウエハを予め定められた目標温度に加熱又は冷却するウエハ加熱冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造装置内においては、外部から搬入された半導体ウエハを予め定められた目標温度 T_0 。一定値に制御した状態で各種の処理を実行する。また、この処理は大気よりかなり気圧を低下させた真空状態で実施される場合が一般的である。

【0003】 よって、この真空状態で、搬入された半導体ウエハを短時間で目標温度 T_0 。に移行させる必要がある。図6(a)は最も簡単なウエハ加熱冷却装置の概念図である。ヒータ1が埋設された温度プレート2上に半導体ウエハ3を載置し、ヒータ1を通电して、温度プレート2表面の温度 T を目標温度 T_0 。に制御する。よって、伝熱作用によって、半導体ウエハ3が加熱され、一定時間後に目標温度 T_0 。に一致する。

【0004】 しかし、半導体ウエハ3を目標温度 T_0 。まで加熱又は冷却する過程においても、温度プレート2の温度 T は目標温度 T_0 。である。真空中の熱伝導効率は低いので、目標温度 T_0 。に達するまでに多大の時間が必要であり、ウエハ加熱冷却装置としての処理作業能率が低下し、半導体製造装置全体としての生産性が低下する。

【0005】 このような不都合を解消するために、図6(b)に示すように、メカニカルチャック4で、温度プレート2に付勢された状態の半導体ウエハ3に、温度プレート2に穿設された貫通孔5から熱伝導を促進するための不活性の熱伝達ガス6を供給するウエハ加熱冷却装置も考えられる。

【0006】 また、図7に示すウエハ加熱冷却装置が提唱されている(特開平2-238616号公報)。このウエハ加熱冷却装置においては、温度プレート2と蓋8とで真空容器を形成可能とし、この真空容器内にチャック9及び支持棒7で半導体ウエハ3を支持している。したがって、半導体ウエハ3と温度プレート2とは接触せ

ずに一定の間隔を有して対向する。

【0007】この状態においては、半導体ウエハ3には熱伝導ではなくて、輻射で熱が伝達される。この場合、当然温度プレート2の温度は半導体ウエハ3の目標温度 T_0 より高い一定値に制御される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図6(b)又は図7に示すウエハ加熱冷却装置においてもまだ解消すべき次のような課題があった。すなわち、図6(b)に示すウエハ加熱冷却装置においては、熱伝達ガス6を供給する構造が複雑化し、装置全体が大型化し、製造費や稼働費用(ランニングコスト)が増大する。

【0009】また、図7に示すウエハ加熱冷却装置においては、半導体ウエハ3を目標温度 T_0 まで加熱又は冷却する過程においても、輻射による熱伝達を使用しているため、まだ、半導体ウエハ3を目標温度 T_0 に達するまでの時間はほとんど短縮されない。

【0010】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、半導体ウエハが目標温度まで達するまでは、目標温度と温度差のある規定温度に設定された温度プレートで半導体ウエハを熱伝導で目標温度方向へ加熱又は冷却することによって、簡単な構成で短時間で半導体ウエハを目標温度へ移行できるウエハ加熱冷却装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、搬入された半導体ウエハの温度をこの半導体ウエハ表面に対向する温度プレートで加熱又は冷却して目標温度に制御するウエハ加熱冷却装置に適用される。

【0012】そして、上記目標を達成するために、請求項1の発明においては、半導体ウエハをこの半導体ウエハ表面と温度プレート表面との相対的間隔を可変自在にして支持する半導体ウエハ支持機構と、半導体ウエハ表面が温度プレート表面と規定間隔を有した状態で、半導体ウエハの温度が目標温度を維持するための規定温度に温度プレートの温度を制御する温度制御部と、半導体ウエハの搬入時刻から半導体ウエハがほぼ目標温度に達する規定時間の経過まで半導体ウエハ表面を温度プレート表面に接触させ、この規定時間の経過後に半導体ウエハ表面と温度プレート表面との間隔を規定間隔に相対的に変更する半導体ウエハ支持機構制御部とを備えている。

【0013】また、請求項2の発明においては、半導体ウエハをこの半導体ウエハ表面と温度プレート表面との相対的間隔を可変自在にして支持する半導体ウエハ支持機構と、半導体ウエハの温度を検出する温度検出手段と、半導体ウエハ表面が温度プレート表面に接触した状態で、間隔が規定間隔を有したと仮定して半導体ウエハの温度が目標温度を維持するための規定温度に温度プレートの温度を制御し、かつ半導体ウエハ表面が実際に温度プレート表面と規定間隔を有した状態で、温度プレ

トの温度を可変制御して、温度検出手段にて検出された温度を目標温度に維持させる温度制御部と、半導体ウエハの搬入時刻から半導体ウエハがほぼ目標温度に達する規定時間の経過まで半導体ウエハ表面を温度プレート表面に接触させ、この規定時間の経過後に半導体ウエハ表面と温度プレート表面との間隔を規定間隔に相対的に変更する半導体ウエハ支持機構制御部とを備えている。

【0014】また、請求項3の発明においては、半導体ウエハをこの半導体ウエハ表面と温度プレート表面との相対的間隔を可変自在にして支持する半導体ウエハ支持機構と、半導体ウエハ表面が前記温度プレート表面と規定間隔を有した状態で、半導体ウエハの温度が目標温度を維持するための規定温度に温度プレートの温度を制御する温度制御部と、半導体ウエハの温度を検出する温度検出手段と、半導体ウエハの搬入時刻から半導体ウエハがほぼ目標温度に達する規定時間の経過まで半導体ウエハ表面を温度プレート表面に接触させ、この規定時間の経過後に温度検出手段にて検出された温度が目標温度を維持するように間隔を相対的に可変制御する半導体ウエハ支持機構制御部とを備えている。

【0015】さらに、請求項4の発明においては、半導体ウエハ支持機構に半導体ウエハに当接してこの半導体ウエハを付勢するプッシャーピンを組み込み、温度検出手段をプッシャーピンに内蔵している。

【0016】

【作用】このように構成されたウエハ加熱冷却装置においては、温度プレートは半導体ウエハの温度がほぼ目標温度に達するまでは、この半導体ウエハに接触に接触している。そして、半導体ウエハの温度がほぼ目標温度に達すると、温度プレートは半導体ウエハ表面に対して相対的に離れて予め定められた規定間隔まで遠ざかる。温度プレートの温度は、この温度プレートが半導体ウエハ表面から規定間隔離れた状態で、半導体ウエハの温度が目標温度を維持するための規定温度に設定されている。

【0017】したがって、加熱する場合温度プレートの温度は目標温度より遥かに高い温度であり、冷却する場合温度プレートの温度は目標温度より遥かに低い温度である。よって、この規定温度に制御された温度プレートが接触するので、半導体ウエハの温度は短時間で目標温度に到達する。目標温度にほぼ到達すると、温度プレートは半導体ウエハ表面から離れる。

【0018】すなわち、加熱する場合は目標温度より高く、冷却する場合は目標温度より低く温度プレートの温度を設定し、ほぼ目標温度に達するまでは、温度プレートを半導体ウエハに接触させる簡単な構成によって、半導体ウエハを短時間で目標温度に到達させることができる。

【0019】請求項2の発明においては、温度検出手段を設け、半導体ウエハが目標温度に達して、温度プレートが半導体ウエハ表面から離れた状態において、半導体

し、プッシャー制御部 17 は半導体ウエハ支持機構制御部を構成する。

【0027】このような構成のウエハ加熱冷却装置の動作を図3の温度制御特性図を用いて説明する。温度制御部13は、温度プレート10の温度 T を、図2に示すように、半導体ウエハ18表面が温度プレート表面10aと各種の条件から予め定められた規定間隔 d ；だけ離れた状態で、半導体ウエハ18の温度が目標温度 T_0 を維持する規定温度 T_1 に制御する。

10 【0028】この規定温度 T は、当然半導体ウエハ18の材質、形状によつてそれぞれ異なる値を有している。したがって、予め、半導体ウエハ18の種類毎に多数の半導体ウエハ18を用いて試験を行つて、実験的に求める。

【0029】規定間隔 d_s と規定温度 T_r が実験的に定まると、次に、規定温度 T_r に温度制御した状態の温度プレート10を、図1に示すように、半導体ウエハ18に接触させた状態で、半導体ウエハ18の温度を測定し、接触開始時刻から半導体ウエハ18の温度が目標温度 T_r まで上昇するのに有した時間 t_s を同一種類の複数枚の半導体ウエハ18に付いて実験を実行して実験的に求める。そして、この実験的に求められた時間を規定時間 t_s とする。

【0030】以上の規定距離 d における規定温度 T_r 、目標温度 T までの規定時間 t_r が実験的に求まると、図3の温度特性Aに示すように、温度制御部13は温度プレート10の温度を規定温度 T_r 、一定値に制御する。

【0031】そして、プッシャー制御部17は、外部から1枚の半導体ウエハ18が図1に示すように、温度プレート10上に搬入された時刻($t=0$)から規定時間 t_s 経過する時刻 t_1 までプッシャーピン15a、15bを下げた状態、すなわち半導体ウエハ18が規定温度 T_r の温度プレート10に接触した状態を維持する。

【0032】この規定時間 t ：内においては、半導体ウエハ18は規定温度 T 、を有する温度プレート10で熱伝導方式で急激に加熱され、図3に示す B_1 の温度特性に従って目標温度 T 、まで温度上昇する。

【0033】そして、ブッシャー制御部17は、規定時
40 間 t ：経過した時刻 t_1 にて、ブッシャー16を駆動し
て、図2に示すように、ブッシャーピン15a、15b
を上げた状態に維持する。よって、時刻 t_1 以降は半導
体ウエハ18と温度プレート10との間隔が規定間隔 d
：一定に維持される。

【0034】よって、時刻 t 以降、半導体ウエハ18には、規定間隔 d 、だけ離れた規定温度 T 、を有する温度プレート10から輻射方式で熱が供給されて、半導体ウエハ18の温度は目標温度 T 、一定値を維持する。

【0035】さらに、直接熱伝導方式ではなくて輻射方
50 式で熱が供給されるので、半導体ウエハ18における温

度分布特性も一樣になる。このように構成されたウエハ加熱冷却装置においては、半導体ウエハ18が目標温度 T_0 に達するまでは、目標温度 T_0 より大幅に高い規定温度 T_1 を有する温度プレート10で直接熱伝導方式で加熱されるので、ごく短時間に目標温度 T_0 に達する。

【0036】なお、温度上昇過程においても直接熱伝導方式でなく輻射方式で半導体ウエハ18を加熱した場合は、図3の温度特性Cに示すように、半導体ウエハ18が目標温度 T_0 に達する時刻 t_1 まで多大の時間 t_{s1} が必要であった。

【0037】図4は本発明の第2の実施例に係わるウエハ加熱冷却装置の概略構成を示す断面模式図である。図1、図2に示す実施例装置と同一部分には同一符号が付してある。したがって、重複する部分の詳細説明は省略されている。

【0038】この実施例のウエハ加熱冷却装置においては、一方のプッシャーピン15b内に温度検出手段としての熱電対19が収納されている。具体的には、図5に示すように、プッシャーピン15bを中空のステンレス管で形成し、ステンレス管の半導体ウエハ18に当接する先端面15cの内面に熱電対19が接触している。そして、この熱電対19は温度制御部13に接続されている。

【0039】したがって、プッシャー16が駆動されて、図4に示すように、各プッシャーピン15a、15bが半導体ウエハ18を規定間隔 d だけ押し上げた状態で、熱電対19は半導体ウエハ18の温度を検出して温度制御部13へ送出する。

【0040】また、熱電対19をプッシャーピン15b内へ収納することによって、半導体ウエハ18に直接熱電対19を接触させる必要がないので、この熱電対19を装置に組込むことによって、特に加熱冷却工程が複雑化することはない。

【0041】このような構成のウエハ加熱冷却装置において、プッシャー制御部17は、図1、図2に示した実施例装置と同様に、半導体ウエハ18の温度プレート10上への搬入時刻から規定時間 t ：経過するまで半導体ウエハ18を規定温度 T_1 、一定値に制御された温度プレート10に接触状態に維持する。次に、規定時間 t ：経過すると、プッシャー16を起動して、図4に示すように、半導体ウエハ18を温度プレート10から規定間隔 d ：だけ持ち上げる。

【0042】また、温度制御部13は、半導体ウエハ18が温度プレート10に接触している規定時間 t ：においては、温度プレート10の温度を規定温度 T_1 、一定に制御し、規定時間 t ：経過して、半導体ウエハ18が温度プレート10から規定間隔 d ：だけ離れると、熱電対19で検出される半導体ウエハ18の実際の温度が目標温度 T_0 に常に一致するように、温度プレート10のヒータ11を通電制御する。

【0043】このようにウエハ加熱冷却装置においては、半導体ウエハ18が一旦目標温度 T_0 に達した後においては、半導体ウエハ18の温度が常に目標温度 T_0 を維持するように温度プレート10の温度 T が可変制御される。

【0044】よって、半導体ウエハ18の温度をより精度よく目標温度 T_0 に制御できる。次に、本発明の第3の実施例のウエハ加熱冷却装置を説明する。外観図は図4に示す第2の実施例のウエハ加熱冷却装置と同じである。なお、温度制御部13から熱電対19で検出される半導体ウエハ18の実際の温度がプッシャー制御部17へ入力される。

【0045】この実施例装置の温度制御装置13は、図1、図2に示す第1の実施例装置の温度制御部13と同様に、温度プレート10の温度を常に規定温度 T_1 、一定に維持する。

【0046】また、プッシャー制御部17は、半導体ウエハ18の温度プレート10上への搬入時刻から規定時間 t ：経過するまで半導体ウエハ18を規定温度 T_1 、一定値に制御された温度プレート10に接触状態に維持する。次に、規定時間 t ：経過すると、プッシャー16を起動して、図4に示すように、半導体ウエハ18を温度プレート10から規定間隔 d ：だけ持ち上げる。

【0047】そして、規定時間 t ：経過して一旦半導体ウエハ18を温度プレート10から規定間隔 d ：だけ持ち上げた後において、熱電対19で検出される半導体ウエハ18の実際の温度が目標温度 T_0 に常に一致するように、半導体ウエハ18と温度プレート10との間隔 d を可変制御する。

【0048】すなわち、半導体ウエハ18の実際の温度が目標温度 T_0 以上に上昇すると、前記間隔 d を広くし、半導体ウエハ18の実際の温度が目標温度 T_0 以下に低下すると、前記間隔 d を狭くする。

【0049】よって、第2の実施例装置と同様に、半導体ウエハ18の温度をより精度よく目標温度 T_0 に制御できる。なお、本発明は上述した各実施例に限定されるものではない。実施例装置においては、温度プレート10内にヒータ11を組込んで、半導体ウエハ18を加熱するようにしたが、例えば、温度プレート10内に冷却器を組込んで、半導体ウエハ18を目標温度まで冷却するようにしてもよい。また、半導体ウエハ18が移動して温度プレート10から離れるようにしてもよい。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように本発明のウエハ加熱冷却装置においては、半導体ウエハが目標温度まで達するまでは、目標温度を行過ぎた規定温度に設定された温度プレートで半導体ウエハを熱伝導で目標温度方向へ加熱又は冷却している。したがって、簡単な構成で短時間で半導体ウエハを目標温度へ移行できる。

【0051】さらに、一旦半導体ウエハを目標温度へ移

9

10

行させて後においても、温度検出手段で半導体ウエハの温度を検出して、温度プレートの温度又は半導体ウエハと温度プレートとの間隔を可変制御することによって、半導体ウエハの温度を常に目標温度に制御している。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例のウエハ加熱冷却装置の概略構成を示す断面模式図

【図2】 同実施例装置における半導体ウエハを温度プレートから規定間隔だけ離れた状態を示す断面模式図

【図3】 同実施例装置における経過時間と温度との関係を示す図

【図4】 本発明の第2の実施例のウエハ加熱冷却装置

の概略構成を示す断面模式図

【図5】 同実施例装置におけるプッシャーピン内に収納された熱電対を示す図

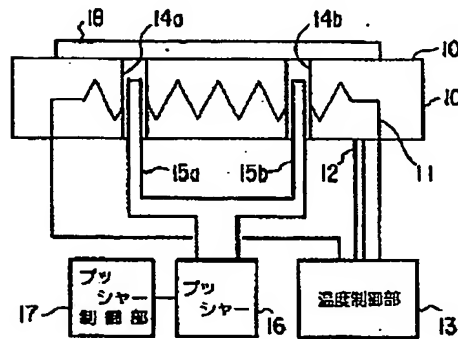
【図6】 従来のウエハ加熱冷却装置の概略構成を示す断面模式図

【図7】 同じく従来のウエハ加熱冷却装置の概略構成を示す断面模式図

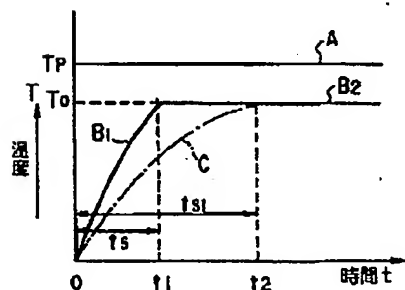
【符号の説明】

10…温度プレート、11…ヒータ、12、19…熱電対、13…温度制御部、15a、15b…プッシャーピン、16…プッシャー、17…プッシャー制御部、18…半導体ウエハ

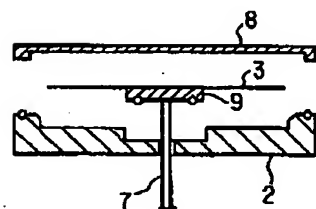
【図1】



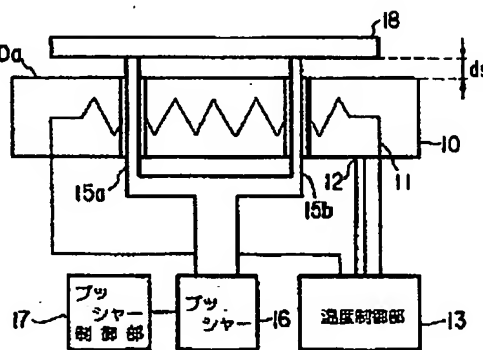
【図3】



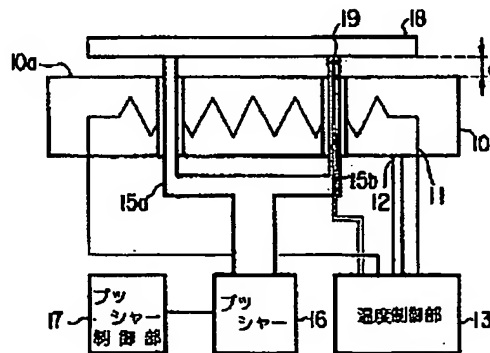
【図7】



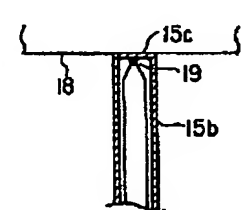
【図2】



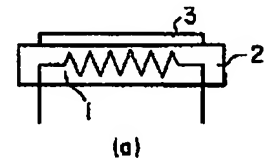
【図4】



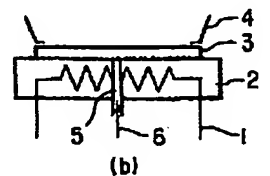
【図5】



【図6】



(a)



(b)